稿件编号:jz20-507

# 社会动机理论视角下自闭症谱系障碍者的社交缺陷[1]

王磊[1] 贺荟中[2] 毕小彬[1] 周丽[1] 范晓壮[1]

([1]华东师范大学教育学部特殊教育学系，上海 200062)

([2]北京师范大学教育学部特殊教育学院，北京 100875)

**摘要** 社交缺陷是自闭症谱系障碍的核心症状。以往研究更多从社会认知的角度指出该症状是心理理论损伤所致，但自闭症谱系障碍个体在获得心理理论之前已表现出社会动机不足的特质，且部分能通过心理理论测试的个体依旧表现出社会动机不足的特点。社会动机理论指出社会动机是促进人类进化、激发和维持个体社会性活动的重要内部动力，自闭症谱系障碍者的社交缺陷是由于社会动机不足所致。该理论从行为表现、神经科学和生物学三个方面对自闭症谱系障碍者的社交缺陷进行解释。未来应进一步完善自闭症谱系障碍个体社会动机的神经机制研究，明确社会动机理论在自闭症谱系障碍群体中的适用范围，探究社会动机理论在评估诊断和临床康复中的应用价值。

**关键词** 社会动机理论, 自闭症谱系障碍, 社交缺陷, 奖赏系统

## 1 引言

自闭症谱系障碍(autism spectrum disorders, ASD)是一类发生于婴幼儿时期，以持续性的社交缺陷和重复性刻板行为、兴趣为核心症状的神经发育性障碍(American Psychiatric Association, 2013)。ASD 的病因，至今尚未完全阐明。社交缺陷是 ASD 个体的核心症状，关于其发生机制，以心理理论(Theory of Mind, ToM)为典型代表。该理论聚焦于社会认知损伤层面，认为 ASD 个体心理理论发育异常，致使自身难以理解他人的观点或兴趣，无法有效识别他人的交际意图，最终导致社交缺陷(Andreou & Skrimpa, 2020)。但是，最近的研究发现，ASD 个体在获得心理理论之前已表现出社会动机不足的特质，如 ASD 个体在 2 至 6 个月的时候便呈现出异常性的社会定向，尤其是对眼睛注视时间显著少于正常发育个体(Elsabbagh et al., 2012; Jones & Klin, 2013)。此外，研究还发现一部分已通过心理理论测试的 ASD 个体依旧表现出社会动机不足的特点(Chevallier, Kohls, et al., 2012)，表明采用心理理论缺陷观点难以有效解释 ASD 个体的社交缺陷。

Chevallier, Kohls 等人(2012)提出了社会动机理论(Social Motivation Theory, SMT)，指出 ASD 个体心理理论受损以及 ASD 个体的社会交往缺陷均是早期社会动机不足的结果。首先，ASD 个体社会动机的神经机制发育异常，使其难以在加工社会性刺激和参与社交活动中获得奖赏价值，从而表现出社会动机不足。而社会动机不足又会进一步导致个体社会性注意损伤，个体与社会性刺激接触的经历匮乏，反过来影响负责社会性刺激加工的脑区发育，最终导致社交缺陷(Kohls et al., 2012, 2018; Shillingsburg et al., 2014)。社会动机理论的

1收稿日期: 2020-11-08
上海市教育委员会科研创新计划人文科学重大项目 (2019-01-07-00-05-E00007)，上海市哲学社会科学规划课题 (2018BYY017) 资助
通信作者：贺荟中，E-mail:2008hzhe@163.com

观点得到很多研究结果的支持(Abrams et al., 2013; Bottini, 2018; Clements et al., 2018; Delmonte et al., 2012)。本文拟简要介绍社会动机理论，重点从行为表现、神经科学以及生物学表现三个方面对 ASD 个体的社交缺陷进行诠释，最后从神经机制、适用群体以及临床价值方面提出展望。

## 2 社会动机理论概述

社会动机理论指出，社会动机是促进人类进化、激发和维持个体社会性活动的重要内部动力(Chevallier, Kohls, et al., 2012)。社会动机的概念可以从近端和远端两个层面进行诠释。从近端层面看，社会动机指一系列促使个人引发社会定向(social orienting)、社会化搜寻和喜好（seeking and liking）、社会维持(social maintaining)的心理倾向和生物机制(Chevallier, Kohls, et al., 2012)。从远端层面看，社会动机是以人的社会文化需求为基础，构成一种进化需要，旨在提高个体在合作性环境中的适应性的动机(Chevallier, Kohls, et al., 2012)。人类为了实现生存繁衍，满足进化的目的，必须积极应对社会群体生活中各种威胁、挑战与机会。群体性合作使人类对社会性刺激形成依赖性，对社会性刺激存在较高的动机社会动机的远端层面对近端层面起推动作用。

对个体发展而言，社会动机近端层面的发展相当重要。社会定向指个体能够自主地觉察和注视环境中发生的社会性刺激(Dawson et al., 2004)，如快速捕获和识别人物面孔(尤其是眼部)(静进, 2017; End & Gamer, 2019)、身体(Atkinson et al., 2004; Williams et al., 2019)、声音信息(毕小彬 等, 2020; Curtin & Vouloumanos, 2013)；社会化搜寻和喜好表示个体对社会性刺激的渴望(愿意为之付出努力)和喜爱(从社会性刺激中得到奖励)(Dubey et al., 2015)，分别对应奖赏加工的两个阶段，即预期阶段(anticipation)和结果阶段(outcome)(Grimm et al., 2020)。渴望是动机的一种方式，而喜爱将社会性刺激视为一种奖赏，从而引发享乐情绪。通常来说，能够产生喜爱情绪的社会性刺激往往产生渴望(Grimm et al., 2020)。社会性刺激本身对个体具有天然的奖赏性(Over, 2016)，因此，人们愿意付出努力以获得社会性奖励(Hayden et al., 2007)。社会维持表示个体对当前人际关系的认可与渴望(Dubey et al., 2015)。为了建立和维持良好的社交关系，给他人留下良好印象，人们往往采取积极的印象管理策略，如逢迎行为，在具体情境下表现为恭维对方、意见遵从、自我呈现、施加恩惠(黄丽佳, 袁勤俭, 2018)。此外，在人际交往过程中，个体总会自然且无意识地模仿对方的面部表情、语言以及行为，以增加彼此之间的相似性。无意识的模仿能增进彼此间的好感和联系，促进社会交流，甚至诱发个体的亲社会状态(汪寅 等, 2011)。

关于社会动机的神经机制尚存在分歧。Chevallier, Kohls 等人(2012)认为社会动机受到由杏仁核-纹状体-眶额叶皮层(amygdala-striatum-orbitofrontal cortex)组成的神经网络支配。有研究指出，中脑多巴胺能边缘奖赏系统是个体动机行为发育的核心功能区 (Dichter, Damiano, et al., 2012)。该系统起源于腹侧被盖区(ventral tegmental area, VTA)。腹侧被盖区

多巴胺能神经元经内侧前脑束(medial forebrain bundle)投射到伏隔核(nucleus accumben, NAcc)、前额叶皮层(prefrontal cortex, PFC)和前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)。中脑多巴胺能边缘奖赏系统与各脑区存在广泛的神经连接。个体在加工社会性奖赏刺激时，激活的脑区主要包括腹侧被盖区、纹状体(尤其是伏隔核)、前扣带回、杏仁核、眶额叶皮层、腹侧前额叶皮层(ventromedial prefrontal cortex, vmPFC)、背侧前额叶皮层(dorsal lateral prefrontal cortex, dlPFC)等(静进, 2017; Cardinal et al., 2002; Dawson et al., 2005; Dichter, Richey, et al., 2012; Kohls et al., 2013)。两类神经系统在囊括的脑区上存在重叠性，即中脑多巴胺能边缘奖赏系统涉及的脑区大于杏仁核-纹状体-眶额叶皮层环路，同时，两类神经系统均强调奖赏性加工的脑区(如纹状体、眶额叶皮层)对社会动机水平的影响。

上述脑区在加工社会性刺激时发挥的主要功能不同。腹侧被盖区是产生多巴胺能的主要脑区(Kishida et al., 2019)。纹状体是负责奖赏加工的核心区域，可分为腹侧和背侧两个主要部分，其中，腹侧纹状体与边缘系统及前额区紧密连接，负责区分社会性和非社会性刺激以及激活奖赏系统；背侧纹状体与背外侧前额叶和运动皮层相连，主要负责奖赏加工的执行功能(Delmonte et al., 2012)。前扣带回与奖赏预期有关，主要通过调节个体的认知系统，评估当前奖赏刺激所需努力程度，使决策最优化(Dillon et al., 2008)。扣带回皮层作为边缘系统的重要脑区，参与奖励、情感等大脑认知功能的整合，负责调节大脑的情绪反应。杏仁核在把注意引向面孔、眼睛和生物运动等社会性刺激，参与奖赏和惩罚性刺激的编码，以及对输入刺激的情感价值评估方面发挥着重要作用(Yerys et al., 2013)。眶额叶皮层主要负责感觉信息的整合，加工与奖赏相关的行为，对其功能区进行划分，其内侧与奖赏加工有关，主要参与对奖赏价值、奖赏预期以及奖赏预期误差的评估，而外侧与非奖赏加工或损失加工有关(Choi et al., 2015)。腹侧前额叶皮层涉及动机、奖赏、情绪加工，负责评估正在进行的行为的效价(Neuhaus et al., 2010)。通常而言，当被试在受到奖励时，腹侧前额叶皮层激活程度更广泛(Hommer et al., 2010)；背侧前额叶皮层负责整合目标导向型行为，参与奖赏系统加工。当个体获得愉悦感时，背侧前额叶皮层被广泛地激活(Kühn & Gallinat, 2012)。

需要注意的是，在加工社会性任务时，每个脑区并非单独发挥作用，而是相互联合，构成一个复杂的神经网络，对奖赏的各个方面起调节作用。此外，社会动机的神经系统激活程度受到神经递质的影响，如催产素(oxytocin)、内源性阿片肽(endogenous opioid)、大麻素(cannabinoid)、多巴胺(dopaminergic)、谷氨酸能(glutamatergic)以及胆碱能(cholinergic) (Chevallier, Kohls, et al., 2012; Neuhaus et al., 2010)。

## 3 社会动机理论对自闭症谱系障碍社交缺陷的解释

社会动机理论指出，自闭症谱系障碍社交缺陷是由于社会动机不足所致。首先，ASD 个体的奖赏系统(部分研究认为是杏仁核-纹状体-眶额叶皮层环路)发育异常，使自身无法从

面孔等社会性刺激和社会交往中获得内部奖赏，从而在行为上表现出社会动机不足的特点如社会性注意的缺乏(Chita-Tegmark, 2016; Greene et al., 2019)。其次，ASD 个体社会动机不足会剥夺个体在成长过程中(尤其在社会认知能力发展的关键期)社会性信息的输入和相应的学习机会，致使个体对社会性刺激接触的经历匮乏，负责加工社会性信息的神经网络正常化和专业化发展受创，最终导致个体社交缺陷的出现(Kohls et al., 2018)。

### 3.1 自闭症谱系障碍个体社会动机不足在社交行为层面的表现

ASD 个体社会动机不足在社交行为层面具体表现出社会定向受损、社会化搜寻和喜好水平低下以及社会维持策略缺损等特点。

#### 3.1.1 社会定向受损

ASD 个体社会定向研究常常采用人物面孔、生物运动以及社会性听觉刺激，其中，人物面孔能够传达个体的情绪、感受和意图，被看作是最具奖赏意义的社会性刺激(Williams & Cross, 2018)。ASD 个体对人物面孔，尤其是眼部信息注视不足(郝艳斌 等, 2018; Martina et al., 2019)，例如，对社会性场景下的人物面孔首视点潜伏期较长，总注视时间不足(Baranek et al., 2013; Chita-Tegmark, 2016; Constantin et al., 2017; Crawford et al., 2016; Guillon et al., 2014; Karlsson et al., 2019)，而更倾向于观看非社会性刺激(如几何图形等)(Parish-Morris et al., 2013; Sasson & Touchstone, 2014)，以及场景中的背景和无关物体(Klin et al., 2002; Shic et al., 2011)。在情绪识别任务上，ASD 个体普遍存在情绪识别障碍(Evers et al., 2015; Uljarevic & Hamilton, 2013)。

ASD 幼儿对生物运动自发性定向能力存在损伤，他们更倾向于关注非生物运动或者是非社会性运动(Annaz et al., 2012; Klin et al., 2009)。ASD 个体从光点动画中提取加工高水平信息(如情绪信息或意图信息)的能力比正常发展个体较差(李开云 等, 2018; Federici et al., 2020; Wright et al., 2014)，对生物运动低水平信息加工能力与任务类型有关。ASD 儿童(Annaz et al., 2012; Klin et al., 2009; Wang et al., 2015)、青少年(谢宇 等, 2020; Sotoodeh et al., 2021)、成人(Hsiung et al., 2019)对中性生物光点动画的动作识别能力弱于正常发育个体，且两组被试成绩差异在儿童阶段最大(Todorova et al., 2019)，但 ASD 儿童和成人对中性生物光点动画的动作分类能力并不弱于正常发育个体(Jones et al., 2011; Murphy et al., 2009; Wright et al., 2016)。

在社会性听觉领域，ASD 个体与正常发育个体对不同声音的感知和注意偏好可能存在本质性区别(Curtin & Vouloumanos, 2013; Pankert et al., 2014)。研究者采用“转头回应”的方法发现，ASD 婴幼儿和学龄前 ASD 个体并未和正常发育个体一样，表现出对自己母亲声音或儿向语的注意偏好(Klin, 1991; Paul et al., 2007; Sorcinelli et al., 2019; Yu & Wang, 2021)，而是更多地关注非言语模拟信号声，同时，个体对非言语模拟信号声的偏好程度与自身的障碍程度成正相关(Kuhl et al., 2005)。Dawson 等人(2004)指出 ASD 儿童对社会性听觉刺激(如唱歌、叫孩子的姓名)和非社会性听觉刺激(如计时器嘀嘀声、电话铃声)引发的注

意定向能力均存在损伤，但对社会性听觉刺激引发的注意定向能力损伤更大。

### 3.1.2 社会化搜寻和喜好水平低下

关于 ASD 个体社会化搜寻水平的行为实验，通常采用选择任务和消耗任务(expenditure task)。选择性任务要求被试根据自己的意愿，从同时呈现的两个线索中选择一个。线索的颜色存在区别，不同颜色的线索分别表示后期呈现的社会性刺激(如微笑且直视的人物视频/图片)和非社会性刺激(如家具视频、玩具卡车)。被试对暗示后期呈现社会性刺激的线索选择频率越高，意味着社会化搜寻水平越高(Dubey et al., 2018)。学龄前 ASD 个体和成年 ASD 个体在任务中更倾向于选择预示后期呈现物体的线索，对预示出现人物面孔线索的按键频率低于正常发育个体(Dubey et al., 2015; Ruta et al., 2017)。Dubey 等人(2017)也发现，青春期 ASD 个体对物体的偏爱程度高于人物面孔，但研究并未发现青春期 ASD 个体对人物面孔偏爱程度差于正常被试。原因可能是实验材料采用的是成年人面孔，而正常发育的青少年对成年人面孔往往动机不足(Knoll et al., 2015)。在生物运动方面，Williams 和 Cross(2018)发现具有较少自闭症特质的正常发育成年人愿意付出更多努力观看生物运动视频，而具有较高自闭症特质的正常发育成年人选择生物运动视频的频率和努力程度都更低。

在消耗任务中，被试可以通过频繁点击按钮的方式，增加当前刺激出现的次数或提高刺激的清晰度，亦有研究采用推拉手柄的方式，改变屏幕中刺激的大小。当被试推手柄时屏幕上的刺激尺寸变小，反之亦然。被试对社会性刺激对应的按键频率越高，或放大社会性刺激的程度越高，表示社会化搜寻水平越高(Dubey et al., 2018; Hedger et al., 2020)。ASD 儿童和成年 ASD 个体点击物体对应按钮的频率高于人物面孔(Ewing et al., 2013; Traynor et al., 2019)；ASD 儿童在观看图片时，更愿意放大卡通图片，缩小真实场景内他人友好互动的图片(Silva et al., 2015)和积极情绪的单人照片(Kim et al., 2015)。在社会性听觉方面，Gilbertson 等人(2017)发现 ASD 儿童对韵律性的社会声音(如“你好，宝贝”)按键频率高于其他类型刺激，对无韵律性的社会声音的按键频率与非社会性声音相似，表明 ASD 儿童对社会性声音的偏好更多受到声音韵律的影响。

在 ASD 个体社会化喜好水平方面，ASD 儿童在自评测验中表示，自身参与社交的意愿低下，在社交中很少获得愉悦感(Deckers et al., 2014)。Sasson 等人(2012)要求成年 ASD 个体通过《自我情绪评定量表》(Self-Assessment Manikin, SAM)，分别对社会性刺激(微笑的人物图片)、限制性兴趣刺激(circumscribed interests)和中性物体刺激的唤醒度和效价进行九点评分，结果发现，成年 ASD 个体对社会性刺激效价评定的分值低于限制性兴趣刺激，同时低于正常发育个体，表明成年 ASD 个体对社会性刺激的喜好水平低下。

### 3.1.3 社会维持策略缺损

社会维持策略包括一系列复杂多样的行为。这些行为通常很难在实验室的场景下进行测量。研究者对 ASD 个体社会维持策略的评估需要依赖具体的场景。通过对个体在具体场景下行为的观察、编码，总结出个体的社会维持策略特点。ASD 个体社会维持策略的研究

主要包括自我展示、奉承行为和亲社会行为三个维度。在自我展示方面，Scheeren 等人(2010)创建了一种交友情境，要求平均年龄 8.8 岁的高功能 ASD 个体在交友的前提下进行自我介绍(如“你想和她/他做朋友，你唯一知道的就是她/他非常喜欢动物，以及喜欢动物的人。你会如何介绍自己呢？”)，结果发现，ASD 儿童的自我介绍更偏向于自我真实情况内容，很少涉及与动物相关的主题词，表明 ASD 儿童的自我展示很少考虑他人的需求。ASD 儿童的自述指出，自己了解对方期待的自我展示内容，但他们更追求自己真实的表达，而不是满足他们的期待(Scheeren et al., 2016)。

奉承行为方面，Chevallier, Molesworth 等人(2012)要求被试对图画的质量进行七点评分。情境分为不知情(不知道图画是研究者的)和知情(知道图画是研究者的)两类，研究者参与整个研究过程，结果发现，正常发育儿童在知情情境下对图画质量的评分显著高于不知情情境，但青春期高功能 ASD 个体在两种情境下的评分相似，表明青春期 ASD 个体缺乏奉承行为。

亲社会行为方面，在看到他人不开心时，两岁的正常发育个体能够以积极的方式(如提供帮助、安慰和分享)做出回应，而 ASD 儿童和成人更多表现出对他人的漠视，很少提供安慰和关心(Dawson et al., 2004)。魏寿洪等人(2019)依据被试的年龄，将 4~16 岁的 ASD 儿童均等分为四组，结果发现，不同年龄段的 ASD 儿童的社会沟通技能均低于正常发育个体。此外，研究还发现，ASD 个体普遍缺乏分享和合作的意愿，利他意识薄弱(刘步云, 静进, 2014; Cage et al., 2016)，负面情绪明显，正面情绪反应缺乏(Hirschler-Guttenberg et al., 2015; Mallise et al., 2020)，与他人交谈的过程中，不会主动提出话题，很难顾及他人感受，容易沉溺在自己的世界里(Chevallier, Grezes, et al., 2012)。

综上所述，ASD 个体在自我展示、奉承行为和亲社会行为三个维度上的研究表明，ASD 个体缺乏社会维持策略。他们很少注重维护自己的名誉和管理自己的形象，培养和维持社会联系的意愿低下。

### 3.2 神经科学层面：奖赏系统激活不足

ASD 个体社会动机不足可能存在神经生物学基础。现有关于 ASD 个体社会动机不足的神经科学研究主要围绕中脑多巴胺能边缘奖赏系统的发育展开。个体接收到社会性奖赏信号(如眼神接触)时，其多巴胺能神经投射的脑区会被激活(Dubey et al., 2015; Kampe et al., 2002; Kishida et al., 2019)。借助功能性核磁共振(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术和事件相关电位(event-related potentials, ERP)技术，研究者考察了 ASD 个体加工社会性奖赏刺激时激活的神经系统特点，包括 ASD 个体对社会性刺激加工的脑区激活特点，以及对社会性刺激加工的时间进程。

#### 3.2.1 人物面孔

Scott-Van Zeeland 等人(2010)率先揭示了 ASD 个体奖赏系统在加工人物面孔刺激时的激活特征。该研究采用内隐学习任务，发现平均年龄 12.4 岁 ASD 儿童在加工结合语言表

扬的开心面孔时，前扣带回、腹侧前额叶皮层以及纹状体激活程度明显低于正常发育个体Lawrence等人(2020)在Scott-Van Zeeland研究设计的基础上，平衡了实验材料中演员的性别，结果发现，男性ASD儿童和青少年群体在加工开心面孔时，腹侧纹状体，尤其是伏隔核，激活不足。随后，研究者采用不同的研究范式(如听觉区分任务、激励go/no-go任务和自由观看任务)指出，ASD儿童、青少年及成人在加工开心面孔时，腹侧前额叶皮层、眶额叶皮层、腹侧纹状体(伏隔核)、腹侧前扣带回、杏仁核激活程度明显低于正常发育个体(Choi et al., 2015; Clements et al., 2018; Kohls et al., 2013, 2014; Shafritz et al., 2015)。即使在面对自身感兴趣的人物图片时，ASD儿童的腹侧前额叶皮层激活程度依旧低于正常发育个体，而在观看自身感兴趣的物体图片时，两组被试的腹侧前额叶皮层激活程度不存在差异(Kishida et al., 2019)。以上研究均采用静态的人物面孔作为实验材料，当观看更具生态效应的社会性视频材料时，ASD儿童的奖赏系统激活程度并不弱于正常发育个体，这表明动态的社会性刺激对ASD儿童更具奖赏价值，更容易引发ASD儿童动机性加工(Kohls et al., 2018)。

关于ASD个体在奖赏加工不同时间段上的特点，研究发现，ASD个体奖赏加工在预期和结果阶段激活的脑区有重叠和不同之处，其中，奖赏预期阶段主要激活腹侧被盖区、腹侧纹状体(包括伏隔核)以及前扣带回皮层等区域(Damiano et al., 2015)；奖赏结果阶段主要激活纹状体、眶额叶皮层以及腹侧前额叶皮层等脑区(Kohls et al., 2011)。

ASD个体奖赏加工在预期阶段的研究，主要采用开心面孔、中性面孔以及悲伤面孔三类刺激。在开心面孔研究中，研究者采用刺激前负波(stimulus preceding negativity, SPN)和P3作为奖赏预期阶段的重要指标，其中，SPN是从关联性负变化中分离出来的非运动性慢电位，通常在反馈刺激出现前200ms内达到最大值，主要位于前额叶和顶区，其波幅随着反馈刺激的临近，逐渐升高，是奖赏预期阶段的可靠指标(李琪 等, 2017)；P3是刺激物呈现后300~600ms内在头皮中央-顶区记录到的正性电波，其波幅大小反映个体对刺激物的动机强度。通常来说，具有较高动机性和显著性的刺激，能够引发儿童和成人更高的P3波(Nieuwenhuis et al., 2005)。Stavropoulos和Carver(2014a, 2014b)采用猜谜任务发现，ASD儿童由不同熟悉度的开心面孔诱发的SPN波幅均小于正常发育组，而非社会性刺激(箭头)诱发的SPN波幅与正常组相似；Kohls等人(2011)采用激励go/no-go任务发现，青春期ASD个体由开心面孔诱发的P3波幅显著低于正常发育组。上述三项研究表明ASD儿童对社会性奖赏刺激在预期阶段上动机不足。但是，成年ASD个体在加工开心面孔的预期阶段，激活的奖赏系统与正常发育个体相似(Delmonte et al., 2012)。需要注意的是，Delmonte选取的被试年龄跨度较大(13.6~25.9岁)，可能影响脑区的激活情况。未来需要进一步缩小成年被试的年龄，进行验证性研究。

中性面孔研究中，Dichter, Richey等人(2012)指出，成年ASD个体在加工中性面孔的预期阶段，伏隔核和腹侧前额叶皮层激活程度正常，但是Richey等人(2014)的研究结果却

指出，成年 ASD 个体伏隔核的激活程度小于正常组。造成截然相反的研究结果的原因可能是伏隔核的位置差异，其中前者靠近背侧，后者位于腹侧，而 ASD 个体在社会性奖赏预期阶段，腹侧纹状体比背侧纹状体更敏感(Richey et al., 2014)。悲伤面孔研究中，Damiano 等人(2015)选择悲伤面部表情和金钱作为实验材料，采用激励延迟任务，要求被试尽快做出正确按键反应，以避免损失或惩罚，结果发现，ASD 儿童在加工悲伤面孔的预期阶段，纹状体激活程度明显低于正常发育个体。

奖赏加工结果阶段，Stavropoulos 和 Carver(2014b)采用反馈相关负波(feedback-related negativity, FRN)指出，ASD 儿童在观看开心面孔时，诱发的 FRN 波幅大于 ASD 儿童；而非社会性刺激诱发的 FRN 波幅与正常发育个体相近，表明 ASD 儿童对社会性刺激奖赏加工在结果阶段动机不足。Benning 等人(2016)采用被动观看任务发现，青春期 ASD 个体在观看开心面孔时，晚正成分(late positive potential, LPP)的波幅低于正常发育个体，而非社会性刺激(限制性兴趣刺激)引发的 LPP 波幅显著高于正常发育个体。成年 ASD 个体在加工开心面孔的结果阶段，背侧纹状体激活程度低于正常发育组(Delmonte et al., 2012)，在加工中性面孔时，奖赏系统激活程度与正常发育个体相似(Dichter, Richey, et al., 2012)。

**3.2.2 社会性听觉**

Abrams 等人(2013)采用静息态功能性磁共振技术指出，ASD 儿童后颞上沟与伏隔核、前脑岛、腹侧前额叶皮层、眶额叶皮层、腹侧被盖区以及杏仁核连接不足。颞上沟是加工声音的主要脑区。该脑区与奖赏系统连接不足，可能损伤个体将人声视为一种愉悦刺激的能力，最终影响个体语言和社交能力的发展(Kuhl et al., 2005)。

结合人物面孔和社会性听觉的奖赏性研究，我们分析发现，ASD 个体对社会性奖赏刺激的神经科学研究呈现出以下特点和不足：第一，实验材料方面，研究中更多地选择人物面孔，尤其是开心面孔(部分结合语言和手势)，仅有一篇探究了社会性听觉，缺乏对生物运动内容的探究。事实上，人物面孔的奖赏性大于其他类型的社会性刺激(Kohl et al., 2011)，且积极面孔比其他类型的面孔更具有奖赏性，更容易引发个体的动机水平(Damiano et al., 2015)。因此，能否能将 ASD 个体对人物面孔(尤其是开心面孔)和社会性听觉的奖赏性研究结果推广至 ASD 个体整体的社会性奖赏受损，仍需要进一步探索；第二，被试方面，涉及的被试群存在偏差。男性 ASD 个体与女性 ASD 个体发病率比约为 4：1，在高功能群体中，约为 5.5：1(王磊 等, 2020)。受发病率和被试配合度的影响，目前 ASD 个体奖赏加工研究选取的被试以高功能男性为主体。事实上，女性 ASD 个体在面对社会性奖赏刺激时，激活的奖赏系统大于男性 ASD 个体，其额叶皮质和前岛激活程度甚至高于正常发育的女性个体(Lawrence et al., 2020)。此外，若将平均年龄 16 岁以下的被试编码为儿童，16 岁以上的被试编码为成年(郝艳斌 等, 2018)，那么，现有研究中涉及儿童组的文献量约占 73%，成年组约占 27%，缺乏对学龄前和婴幼儿 ASD 个体社会性奖赏系统激活特征的研究。因此，未来需要更多开展女性 ASD 个体、学龄前和婴幼儿 ASD 个体的研究；第三，研究结果上，

ASD 个体在加工社会性刺激时，普遍表现出诱发的电位波幅较小，奖赏系统，尤其是腹侧纹状体激活程度低下，加工声音的主要脑区与奖赏系统连接不足等特点，表明社会性刺激对 ASD 个体的奖赏价值低下，ASD 个体探寻社会性刺激的积极性不足。

### 3.3 生物学层面：神经递质水平低下

奖赏系统在很大程度上是由来自腹侧被盖区密集的多巴胺能投射介导的。这些投射到纹状体、眶额皮层、腹侧前额叶皮层和前扣带皮层，便形成对奖励的大小和概率敏感的中脑边缘多巴胺通路(Delmonte et al., 2012)。当社交发生时，神经递质，如催产素，亦会通过中脑皮质多巴胺回路，参与社会行为和社会奖赏(Dawson, 2008; Neuhaus et al., 2010)。Modahl 等人(1992)发现，ASD 个体的血浆催产素水平低于正常发育个体，且催产素水平的降低程度与 ASD 个体社交缺陷程度存在正相关，并首次提出催产素缺乏可能是导致 ASD 个体社交缺陷的原因。

催产素(oxytocin)是一种环状九肽分子，由下丘脑室房核(paraventricular nucleus)和视上核(supraoptic nucleus)合成，合成后，一部分催产素在经过垂体后叶的轴突末梢释放后，进入血液循环，到达外周神经系统；另一部分则穿过血脑屏障进入中枢神经系统(Wang et al., 2019)。在外周神经系统，催产素主要作为激素起作用，促进产妇生产时收缩子宫或分泌乳汁；在中枢神经系统，催产素起到神经调质的作用，影响社会行为。研究发现，催产素能够调节被试的注意力，将 ASD 个体注意力转移到社会性线索上(Althaus et al., 2015)，延长 ASD 个体对人物面孔，尤其是眼部区域的注视时间(Auyeung et al., 2015; Kanat et al., 2017)、增强 ASD 个体对情绪面孔的识别能力(Guastella & Hickie, 2016)和心理理论水平(Aoki et al., 2014)。

催产素主要通过两种方式作用于奖赏系统：提高 ASD 个体特定脑区的活动度和增强感知皮层与奖赏系统的功能性连接。Greene 等人(2018)采用 fMRI 技术，要求 ASD 儿童完成奖赏延迟任务，结果发现，在单次 24IU 经鼻喷雾催产素干预之后，ASD 个体的伏隔核、扣带回、额叶等脑区的活动度明显提高，其中，腹侧被盖区是催产素提高社会相关信号显著性的主要脑区位点。Gordon 等人(2016)要求 ASD 儿童完成生物运动和声音知觉任务，结果发现，经过单次 24IU 经鼻喷雾催产素干预的 ASD 儿童在生物运动感知任务中，前额叶(vmPFC/OFC)与奖赏系统(伏隔核)的功能连接得到加强；在声音知觉任务中，听觉皮层——前上颌回/赫氏回(anterior supramarginal gyrus/Heschl’s gyrus)和楔前叶(precuneus)——与奖赏系统(伏隔核)之间的功能连接得到加强，表明催产素提升了社会性刺激对 ASD 个体的奖赏水平。对此，社会凸显理论认为催产素通过与多巴胺系统相互作用，提高社会性刺激的显著性，影响奖赏系统的激活程度，从而改变人们对社会性刺激的注意(Baribeau & Evdokia, 2015)。

此外，内源性阿片肽可能也是影响 ASD 个体社会性奖赏系统加工的重要神经递质。但

目前，这部分的研究更多来源于自闭症大鼠模型(Pellissier et al., 2018)，涉及 ASD 个体的研究较匮乏。

## 4 小结与展望

社会动机理论指出社会动机是个体社会认知能力发展的先行条件，同时也是塑造个人和整个人类社会行为发生发展的重要内驱力；ASD 个体社会动机不足导致了社交缺陷的出现：个体在生命早期(尤其是社会认知能力发展的关键期)社会动机不足，会减少自身对社会性刺激应有的注意，阻碍自身关注和学习与社会相关的信息，导致自身无法获得社会化经验，从而进一步破坏相关脑区和社会认知/技能的发展，最终造成社交缺陷。ASD 个体社会动机不足在行为上具体表现为社会定向受损、社会化搜寻和喜好水平低下以及社会维持策略缺损。ASD 个体中脑多巴胺能边缘奖赏系统受损以及神经递质水平低下，使自身难以在加工社会性刺激和参与社交活动中获得内在奖赏价值，因而导致社会动机不足。

### 4.1 自闭症谱系障碍个体社会动机的神经机制研究

目前社会动机的神经机制存在分歧，未来应进一步探究两类神经系统(杏仁核-纹状体-眶额叶皮层组成的神经环路、中脑多巴胺能边缘奖赏系统)的关系以及各自在社会动机中的作用，厘清社会动机的神经系统和各部分脑区在社会动机中的运行机制。

关于 ASD 个体社会动机不足的原因论证，更多基于中脑多巴胺能边缘奖赏系统受损和神经递质水平低下两个维度展开。奖赏的基本属性涉及效价、概率和量级等。现有研究主要围绕奖赏效价对社会性刺激加工的影响，且在奖赏效价的探究中采用的更多的是正性奖赏(人物面孔)，仅有一篇采用了负性奖赏(Damiano et al., 2015)，缺乏对奖赏其他属性以及非人物面孔的社会性刺激的考察。此外，脑区间的功能连接也可能是论证 ASD 个体社会性奖赏系统是否受损的重要依据，如研究发现，青春期 ASD 个体静息态下腹内侧前额叶皮层、左侧杏仁核、左侧海马、左侧腹内侧前颞叶间的功能连接强度显著低于正常发育个体，且腹内侧前额叶、左侧杏仁核和左侧腹侧前额叶皮层间的功能连接强度值与社交缺陷程度存在负相关(Gotts et al., 2012)。

ASD 个体在加工社会性信息时，其奖赏系统受到神经递质(如催产素)的影响，是否存在其他相关的神经递质仍需要进一步探究。此外，基因与神经递质之间存在联系。近日，一项研究指出与野生型小鼠相比，基因敲除 ASD 风险因子 Nlgn3 的小鼠腹侧被盖区的多巴胺能神经元基线放电频率降低，而浸润 1uM 催产素可显著提高野生型小鼠细胞的放电频率，表明腹侧被盖区部分的催产素反应需要 Nlgn3(Hornberg et al., 2020)。个体大约 400~1000 个基因突变都是 ASD 高风险因子，而每种突变又只占病例的一小部分(Hui et al., 2020)。因此，未来研究需要进一步探究基因突变对奖赏系统，尤其是神经递质的影响。

### 4.2 社会动机理论对自闭症谱系障碍社交缺陷的适用范围

社会动机理论聚焦于 ASD 个体社交领域缺陷，无法解释非社会性领域内的损伤(如重

复性刻板行为和兴趣)、并发症问题(如智力障碍、焦虑、沮丧)以及超长能力(如机械记忆能力)等内容。关于 ASD 个体社交缺陷的产生原因，社会动机理论认为是 ASD 个体社会动机不足所致，但是，ASD 个体的自述指出，自身并非社会动机不足，而是缺乏正确地主动发起社会交往的策略(Jaswal & Nameera, 2019; Keifer et al., 2019)。部分研究也发现，ASD 个体的社会动机是完整的，无损伤的(Livingston et al., 2019)，在加工社会刺激时，其奖赏系统激活程度甚至优于正常发育群体(Lawrence et al., 2020)。对此，有学者解释 ASD 个体存在较大的异质性，社会动机不足是大多数 ASD 个体具有的特征，并非全部(Kim et al., 2015)。那么，社会动机理论若不适用于所有的 ASD 个体，其适用于何种类型的 ASD 个体呢？

多动症、焦虑或焦虑障碍是 ASD 个体最常见的共病，如 30%~80%的 ASD 个体患有多动症(Mahendiran et al., 2019)；39.6%的 ASD 儿童和青少年至少患有一类焦虑障碍；ASD 成人各类焦虑障碍共病率高达 17.8%(刘春燕, 陈功香, 2019)。神经科学研究发现，多动症个体的前额叶皮质发育滞后，右侧纹状体体积较小(郑杰, 陈燕惠, 2018)，腹侧纹状体在社会性奖赏加工中激活不足(Demurie et al., 2011)。焦虑障碍与前额叶皮层、杏仁核和海马及其间的神经环路功能异常有关(雷卓凡, 王晋辉, 2015)。在奖赏加工任务中，焦虑障碍引起的生理变化会干扰扣带回皮层的激活水平。高焦虑者的杏仁核往往过度活跃(古若雷 等, 2016)。上述脑区在 ASD 个体社会性奖赏加工中亦发现激活异常，因此，我们推断，ASD 个体在加工社会性刺激时，奖赏系统及其相关联的脑区激活异常可能受到多动症或焦虑障碍影响。如果此结论成立，那么，ASD 个体奖赏系统激活不足多大程度上是来源于多动症或焦虑障碍？未来研究需要在入组的被试中报告多动症、焦虑或焦虑障碍等情况；开展 ASD 个体与多动症个体、焦虑症个体奖赏加工的横向对比研究，明确 ASD 个体社会性奖赏加工的独有特征。

**4.3 社会动机理论在自闭症谱系障碍评估诊断中的应用**

目前 ASD 仍然属于症状性障碍(phenomenological disorder)。对 ASD 个体的评估诊断，需要依靠临床医生、教育工作者以及抚养者对个体外显行为的观察，但这种方法存在诸多问题，如，评估者主观性较强，容易造成评估结果的差异化；个体需要到达一定的年限才明显地显现出 ASD 的行为特点，容易造成诊断的延误；ASD 个体具有较大的异质性，即便是临床症状高度相似的 ASD 个体可能具有较大的生物学异质性，而行为观察并不能很好地区分同质性亚型(禚传君, 范勇, 2014)。因此，构建 ASD 个体评估诊断客观化指标的呼声越来越高。神经影像学凭借非侵入性、客观性等特点在 ASD 个体的评估诊断中发挥越来越重要的作用，例如，Emerson 等人(2017)用 fMRI 检测 6 个月的 ASD 高危儿，其灵敏性高达 81.8%，特异性高达 100%；Bosl 等人(2018)提出了一种基于脑电信号的非线性特征，能够用于早期检测 6~36 月龄的 ASD 个体。

社会动机理论指出 ASD 个体奖赏系统激活异常。如果将奖赏系统激活异常性的特点应用于临床诊断，与传统的行为观察诊断方法相结合，会显著提高 ASD 诊断和预测的效力(Bedford et al., 2017; Yassin et al., 2020)。因此，如何实现 ASD 个体社会性奖赏系统激活不足的性质特点在临床评估诊断中的应用价值呢？鉴于研究者采用多变量模式分类(multivariate pattern classification, MVPC)技术，根据个体灰质和白质的空间分布模式差异及其他脑形态学的差异，能够区分 ASD 个体和正常发育个体(Jiao et al., 2010)。作者认为，未来研究者可以尝试将 ASD 个体社会性奖赏系统激活特点与 MVPC 技术相结合，具体做法为：首先，在确诊的 ASD 个体中建立模式分类模型，提取个体在加工社会性刺激时，奖赏系统激活的特征；其次，依据提取的特点信息，建立模式识别分类模型；最后，通过分类模型，区分被试在社会性奖赏系统激活特征指标差异，最终实现对 ASD 个体的诊断。

### 4.4 社会动机理论在自闭症谱系障碍临床康复中的应用

社会动机理论认为社会动机是个体社会化发展的重要内驱力；社会动机不足影响 ASD 个体社会技能的习得，最终造成 ASD 个体社交缺陷的出现。因此，从社会动机理论的视角出发，ASD 个体社交缺陷的康复重点并非社会技能的习得，而是对 ASD 个体社会动机水平的提升(Stavropoulos & Carver, 2013)。近年来，以提高动机水平为主要目标的关键反应训练技术(pivotal response training, PRT)也论证了社会动机水平对 ASD 个体社交能力发展的重要性，例如，使原本受损的负责社会信息加工的相关脑区(如前额叶皮层、梭状回、后颞上沟等)得到恢复；ASD 个体的社交能力、语言沟通技能以及共同注意等均得以发展(贺荟中, 2013; 刘春燕 等, 2020)。

为了更好地调动 ASD 个体社会动机水平，教育工作者一方面，在康复过程中可以通过营造情感丰富的社交场景，使用配套的社会性奖赏刺激，引导 ASD 个体发现社会性刺激的兴趣和奖赏性(Dawson et al., 2005)；另一方面，发挥催产素提升社会刺激显著性的作用，在行为干预之前(约 45 分钟)，对个体实施催产素，从 ASD 个体内部提高社会动机水平(Stavropoulos & Carver, 2013)。对于能否将社会性奖赏刺激和催产素结合使用，目前仅仅是一种设想。能否实现两种康复手段之和大于一种，以及如何配置两种康复手段以实现临床康复效果最优化等问题，仍需实证性研究进一步论证。

**参考文献**


毕小彬, 范晓壮, 米文丽, 贺荟中. (2020). 高风险婴儿前瞻性纵向研究与孤独症谱系障碍早期识别. *心理科学进展, 28*(3), 443–455.

古若雷, 徐鹏飞, 徐蕊, 施媛媛, 杨紫嫣, 王娱琦, 蔡华俭. (2016). 焦虑情绪对奖赏学习的影响. *心理科学进展, 24*(4), 475–483.

郝艳斌, 王福兴, 谢和平, 安婧, 王玉鑫, 刘华山. (2018). 自闭症谱系障碍者的面孔加工特点——眼动研究的元分析. *心理科学进展, 26*(1), 26–41.

贺荟中. (2013). 自然教学策略:自闭症干预的 PRT 技术. *华东师范大学学报(教育科学版), 31*(4), 46–54.

黄丽佳, 袁勤俭. (2018). 印象管理理论及其在信息系统研究中的应用与展望. *现代情报, 38*(11), 172–177.

静进. (2017). 孤独症谱系障碍神经心理机制. *中国实用儿科杂志, 32*(4), 279–282.

雷卓凡, 王晋辉. (2015).奖赏记忆改善焦虑行为的小鼠模型及机制初探. *生物化学与生物物理进展, 42*(7), 662–673.

李开云, 陈功香, 傅小兰. (2018). 自闭症谱系障碍者的视运动知觉. *心理科学进展, 26*(5), 831–845.

李琪, 许晶, 郑亚. (2017). 刺激前负波: 奖赏期待的电生理指标. *心理科学进展, 25*(7), 1114–1121.

刘步云, 静进. (2014). 儿童的利他行为发展及相关神经机制. *中国心理卫生杂志, 28*(6), 406–410.

刘春燕, 陈功香. (2019). 自闭症谱系障碍个体的焦虑：发生机制、评估与治疗 . *心理科学进展, 27*(10), 1713–1725.

刘春燕, 吕鑫源, 宋素涛, 陈功香. (2020). 关键反应训练对自闭症儿童的干预有效性——来自认知神经科学的证据. *中国特殊教育*, (1), 39–44+38.

王磊, 陈杨漪, 贺荟中. (2020). 自闭症谱系障碍个体在视觉注意上的性别差异——基于人物面孔和限制性兴趣刺激的研究. *中国特殊教育,* (5), 33–40.

汪寅, 臧寅垠, 陈巍. (2011). 从“变色龙效应”到“镜像神经元”再到“模仿过多症”——作为社会交流产物的人类无意识模仿.*心理科学进展, 19*(6), 916–924.

魏寿洪, 曹坚, 米韬, 冯吉荣, 廖进. (2019). 孤独症谱系障碍儿童社会技能发展水平及其影响因素. *中国当代儿科杂志, 21*(1), 88–92.

谢宇, 贺荟中, 范晓壮, 易立新. (2020). 自闭症儿童的生物运动知觉及偏转角度的影响研究. *全球教育展望, 49*(4), 119–128.

郑杰, 陈燕惠. (2018). 注意缺陷多动障碍发病机制研究进展. *中国当代儿科杂志, 20*(9), 85–90.

禚传君, 范勇. (2014). 孤独症谱系障碍的多模态神经影像学研究进展. *中华实用儿科临床杂志, 29*(12), 883–888.

Abrams, D. A., Lynch, C. J., Cheng, K. M., Phillips, J., Supekar, K., Ryali, S., . . . Menon, V. (2013). Underconnectivity between voice-selective cortex and reward circuitry in children with autism. *Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America, 110*(29), 12060–12065.

Althaus, M., Groen, Y., Wijers, A. A., Noltes, H., Tucha, O., & Hoekstra, P. J. (2015). Oxytocin enhances orienting to social information in a selective group of high-functioning male adults with autism spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 79, 53–69.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*: DSM-5. Washington, DC: American Psychiatric Publishing.

Andreou, M., & Skrimpa, V. (2020). Theory of mind deficits and neurophysiological operations in autism spectrum disorders: A review. *Brain Sciences, 10*(6), 393.

Annaz, D., Campbell, R., Coleman, M., Milne, E., & Swettenham, J. (2012). Young children with autism spectrum disorder do not preferentially attend to biological motion. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 42*(3), 401–408.

Aoki, Y., Yahata, N., Watanabe, T., Takano, Y., Kawakubo, Y., Kuwabara, H., . . . Yamasue, H. (2014). Oxytocin improves behavioural and neural deficits in inferring others' social emotions in autism. *Brain, 137,* 3073–3086.

Atkinson, A. P., Dittrich, W. H., Gemmell, A. J., & Young, A. W. (2004). Emotion perception from dynamic and static body expressions in point-light and full-light displays. *Perception, 33*(6), 717–746.

Auyeung, B., Lombardo, M. V., Heinrichs, M., Chakrabarti, B., Sule, A., Deakin, J. B., . . . Baron-Cohen, S. (2015). Oxytocin increases eye contact during a real-time, naturalistic social interaction in males with and without autism. *Translational Psychiatry, 5*(2), Article e507.

Baranek, G. T., Watson, L. R., Boyd, B. A., Poe, M. D., David, F. J., & McGuire, L. (2013). Hyporesponsiveness to social and non-social sensory stimuli in children with autism, children with developmental delays, and typically developing children. *Developmental Psychopathology, 25*(2), 307–320.

Baribeau, D. A., & Evdokia, A. (2015). Oxytocin and vasopressin: Linking pituitary neuropeptides and their receptors to social neurocircuits. *Frontiers in Neuroscience, 9*, 335.

Bedford, R., Gliga, T., Shephard, E., Elsabbagh, M., Pickles, A., Charman, T., . . . Johnson, M. H. (2017). Neurocognitive and observational markers: Prediction of autism spectrum disorder from infancy to mid-childhood. *Molecular Autism, 8*(1), 49.

Benning, S. D., Kovac, M., Campbell, A., Miller, S., Hanna, E. K., Damiano, C. R., . . . Dichter, G. S. (2016). Late positive potential ERP responses to social and nonsocial stimuli in youth with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 46*(9), 3068–3077.

Bosl, W. J., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2018). EEG analytics for early detection of autism spectrum disorder: a data-driven approach. *Scientific Reports, 8*(1), 6828.

Bottini, S. (2018). Social reward processing in individuals with autism spectrum disorder: A systematic review of the social motivation hypothesis. *Research in Autism Spectrum Disorders, 45*, 9–26.

Cage, E., Bird, G., & Pellicano, E. (2016). Reputation management in children on the autism spectrum. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 46*(12), 3798–3811.

Cardinal, R. N., Parkinson, J. A., Hall, J., & Everitt, B. J. (2002). Emotion and motivation: the role of the amygdala, ventral striatum, and prefrontal cortex. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 26*(3), 321–352.

Chevallier, C., Grezes, J., Molesworth, C., Berthoz, S., & Happe, F. (2012). Brief report: Selective social anhedonia in high functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 42*(7), 1504–1509.

Chevallier, C., Kohls, G., Troiani, V., Brodkin, E. S., & Schultz, R. T. (2012). The social motivation theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences, 16*(4), 231–239.

Chevallier, C., Molesworth, C., & Happe, F. (2012). Diminished social motivation negatively impacts reputation management: Autism spectrum disorders as a case in point. *PLOS ONE, 7*(1), Article e31107.

Chita-Tegmark, M. (2016). Social attention in ASD: A review and meta-analysis of eye-tracking studies. *Research in Developmental Disabilities, 48*, 79–93.

Choi, U. S., Kim, S. Y., Sim, H. J., Lee, S. Y., Park, S. Y., Jeong, J. S., . . . Cheon, K. A. (2015). Abnormal brain activity in social reward learning in children with autism spectrum disorder: An fMRI study. *Yonsei Medical Journal, 56*(3), 705–711.

Clements, C. C., Zoltowski, A. R., Yankowitz, L. D., Yerys, B. E., Schultz, R. T., & Herrington, J. D. (2018).

Evaluation of the social motivation hypothesis of autism: A systematic review and meta-analysis. *Jama Psychiatry, 75*(8), 797–808.

Constantino, J. N., Kennon-McGill, S., Weichselbaum, C., Marrus, N., Haider, A., Glowinski, A. L., . . . Jones, W. (2017). Infant viewing of social scenes is under genetic control and is atypical in autism. *Nature, 547*(7663), 340.

Crawford, H., Moss, J., Oliver, C., Elliot, N., Anderson, G. M., & McCleary, J. P. (2016). Visual preference for social stimuli in individuals with autism or neurodevelopmental disorders: An eye-tracking study. *Molecular Autism, 7*(24), 1–12.

Curtin, S., & Vouloumanos, A. (2013). Speech preference is associated with autistic-like behavior in 18-months-olds at risk for autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*(9), 2114–2120.

Damiano, C. R., Cockrell, D. C., Dunlap, K., Hanna, E. K., Miller, S., Bizzell, J., . . . Dichter, G. S. (2015). Neural mechanisms of negative reinforcement in children and adolescents with autism spectrum disorders. *Journal of Neurodevelopmental Disorders, 7*(1), 12.

Dawson G. (2008). Early behavioral intervention, brain plasticity, and the prevention of autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology, 20*, 775–803.

Dawson, G., Toth, K., Abbott, R., Osterling, J., Munson, J., Estes, A., . . . Liaw, J. (2004). Defining the early social attention impairments in autism: Social orienting, joint attention, and attention to distress. *Developmental Psychology, 40*(2), 271–283.

Dawson, G., Webb, S. J., & McPartland, J. (2005). Understanding the nature of face processing impairment in autism: Insights from behavioral and electrophysiological studies. *Developmental Neuropsychology, 27*(3), 403–424.

Deckers, A., Roelofs, J., Muris, P., & Rinck, M. (2014). Desire for social interaction in children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, 8*(4), 449–453.

Delmonte, S., Balsters, J.H., McGrath, J., Fitzgerald, J., Brennan, S., Fagan, A. J., . . . Gallagher, L. (2012). Social and monetary reward processing in autism spectrum disorders. *Molecular Autism, 3*, 7.

Demurie, E., Roeyers, H., Baeyens, D., & Sonuga-Barke, E. (2011). Common alterations in sensitivity to type but not amount of reward in ADHD and autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 52*(11), 1164–1173.

Dichter, G. S., Damiano, C. A., & Allen, J. A. (2012). Reward circuitry dysfunction in psychiatric and neurodevelopmental disorders and genetic syndromes: Animal models and clinical findings. *Journal of Neurodevelopmental Disorders, 4*, 19.

Dichter, G. S., Richey, J. A., Rittenberg, A. M., Sabatino, A., & Bodfish, J. W. (2012). Reward circuitry function in autism during face anticipation and outcomes. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 42*(2), 147–160.

Dillon, D. G., Holmes, A. J., Jahn, A. L., Bogdan, R., Wald, L. L., & Pizzagalli, D. A. (2008). Dissociation of neural regions associated with anticipatory versus consummatory phases of incentive processing. *Psychophysiology, 45*(1), 36–49.

Dubey, I., Ropar, D., & Hamilton, A. F. D. (2015). Measuring the value of social engagement in adults with and without autism. *Molecular Autism, 6*(1), 35.

Dubey, I., Ropar, D., & Hamilton, A. F. D. (2017). Brief report: A comparison of the preference for viewing social and non-social movies in typical and autistic adolescents. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 47*(2), 514–519.

Dubey, I., Ropar, D., & Hamilton, A. (2018). Comparison of choose-a-movie and approach-avoidance paradigms to measure social motivation. *Motivation and Emotion, 42*(2), 190–199.

Elsabbagh, M., Mercure, E., Hudry, K., Chandler, S., Pasco, G., Charman, T., . . . Team, B. (2012). Infant neural sensitivity to dynamic eye gaze is associated with later emerging autism. *Current Biology, 22*(4), 338–342.

Emerson, R. W., Adams, C., Nishino, T., Hazlett, H. C., & Piven, J. J. (2017). Functional neuroimaging of high-risk 6-month-old infants predicts a diagnosis of autism at 24 months of age. *Science Translational Medicine, 9*(393), Article eaag2882.

End, A., & Gamer, M. (2019). Task instructions can accelerate the early preference for social features in naturalistic scenes. *The Royal Society, 6*(3), Article 180596.

Evers, K., Steyaert, J., Noens, I., & Wagemans, J. (2015). Reduced recognition of dynamic facial emotional expressions and emotion-specific response bias in children with an autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 45*(6), 1774–1784.

Ewing, L., Pellicano, E., & Rhodes, G. (2013). Using effort to measure reward value of faces in children with autism. *PLOS ONE, 8*(11), Article e79493.

Federici, A., Parma, V., Vicovaro, M., Radassao, L., Casartelli, L., & Ronconi, L. (2020). Anomalous perception of biological motion in autism: A conceptual review and meta-analysis. *Scientific Reports, 10*(1), 19.

Gilbertson, L. R., Lutfi, R. A., & Ellis Weismer, S. (2017). Auditory preference of children with autism spectrum disorders. *Cognitive Processing, 18*(2), 205–209.

Gordon, I., Jack, A., Pretzsch, C. M., Vander Wyk, B., Leckman, J. F., Feldman, R., . . . Pelphrey, K. A. (2016). Intranasal oxytocin enhances connectivity in the neural circuitry supporting social motivation and social perception in children with autism. *Scientific Reports, 6*, 350–354.

Gotts, S. J., Simmons, W. K., Milbury, L. A., Wallace, G. L., Cox, R. W., & Martin, A. (2012). Fractionation of social brain circuits in autism spectrum disorders. *Brain, 135*, 2711–2725.

Greene, R. K., Spanos, M., Alderman, C., Walsh, E., Bizzell, J., Mosner, M. G., . . . Dichter, G. S. (2018). The effects of intranasal oxytocin on reward circuitry responses in children with autism spectrum disorder. *Journal of Neurodevelopmental Disorders, 10*(1), 12.

Greene, R. K., Walsh, E., Mosner, M. G., & Dichter, G. S. (2019). A potential mechanistic role for neuroinflammation in reward processing impairments in autism spectrum disorder. *Biological Psychology, 142*, 1–12.

Grimm, C., Balsters, J. H., & Zerbi, V. (2020). Shedding light on social reward circuitry: (Un)common blueprints in humans and rodents. *Neuroscientist*, *27*(2), 159–183.

Guastella, A. J., & Hickie, I. B. (2016). Oxytocin treatment, circuitry, and autism: A critical review of the literature placing oxytocin into the autism context. *Biological Psychiatry, 79*(3), 234–242.

Guillon, Q., Hadjikhani, N., Baduel, S., & Rode, B. (2014). Visual social attention in autism spectrum disorder: Insights from eye tracking studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 42,* 279–297.

Hayden, B. Y., Parikh, P. C., Deaner, R. O., & Platt, M. L. (2007). Economic principles motivating social attention in humans. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences, 274*(1619), 1751–1756.

Hedger, N., Dubey, I., & Chakrabarti, B. (2020). Social orienting and social seeking behaviors in ASD. A meta analytic investigation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 119*, 376–395.

Hirschler-Guttenberg, Y., Golan, O., Ostfeld-Etzion, S., & Feldman, R. (2015). Mothering, fathering, and the regulation of negative and positive emotions in high-functioning preschoolers with autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 56*(5), 530–539.

Hommer, D. W., Knutson, B., Fong, G. W., Bennett, S., & Varnera, J. L. (2010). Amygdala recruitment during anticipation of monetary rewards: An event-related fMRI study. *Annals of the New York Academy of Sciences, 985*(1), 476–478.

Hornberg, H., Perez-Garci, E., Schreiner, D., Hatstatt-Burkle, L., Magara, F., Baudouin, S., . . . Scheiffele, P. (2020). Rescue of oxytocin response and social behaviour in a mouse model of autism. *Nature. 584*(7820), 252–276.

Hsiung, E. Y., Chien, S. H. L., Chu, Y. H., & Ho, M. W. R. (2019). Adults with autism are less proficient in identifying biological motion actions portrayed with point-light displays. *Journal of Intellectual Disability Research, 63*(9), 1111–1124.

Hui, K., Katayama, Y., Nakayama, K. I., Nomura, J., & Sakurai, T. (2020). Characterizing vulnerable brain areas and circuits in mouse models of autism: Towards understanding pathogenesis and new therapeutic approaches. *Neurosciene and Biobehavioral Reviews, 110*, 77–91.

Jaswal, V. K., & Nameera, A. (2019). Being versus appearing socially uninterested: Challenging assumptions about social motivation in autism. *Behavioral and Brain Sciences, 42,* 1–73.

Jiao, Y., Chen, R., Ke, X. Y., Chu, K. K., Lu, Z. H., & Herskovits, E. H. (2010). Predictive models of autism spectrum disorder based on brain regional cortical thickness. *Neuroimage, 50*(2), 589–599.

Jones, C. R. G., Swettenham, J., Charman, T., Marsden, A. S., Tregay, J., Baird, G., ... Happé, F. (2011). No evidence for a fundamental visual motion processing deficit in adolescents with autism spectrum disorders. *Autism Research, 4*, 347–357.

Jones, W., & Klin, A. (2013). Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature, 504*(7480), 427–431.

Kampe, K. K. W., Frith, C. D., Ddan, R. J., & Frith, U. (2002). Reward value of attractiveness and gaze. *Nature, 416*(6881), 602–602.

Kanat, M., Spenthof, I., Riedel, A., van Elst, L. T., Heinrichs, M., & Domes, G. (2017). Restoring effects of oxytocin on the attentional preference for faces in autism. *Translational Psychiatry, 7,* Article e1097.

Karlsson, M. F., Galazka, M. A., Gillberg, C., Gillberg, C., Miniscalco, C., Billstedt, E., . . . Johnels, J. A. (2019). Social scene perception in autism spectrum disorder: An eye-tracking and pupillometric study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 41*(10), 1024–1032.

Keifer, C. M., Dichter, G. S., McPartland, J. C., & Lerner, M. D. (2019). Social motivation in autism: Gaps and directions for measurement of a putative core construct. *Behavioral and Brain Sciences, 42,* e95.

Kim, K., Rosenthal, M. Z., Gwaltney, M., Jarrold, W., Hatt, N., McIntyre, N., . . . Mundy, P. (2015). A virtual joy-stick study of emotional responses and social motivation in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 45*(12), 3891–3899.

Kishida, K. T., De Asis-Cruz, J., Treadwell-Deering, D., Liebenow, B., Beauchamp, M. S., & Montague, P. R. (2019). Diminished single-stimulus response in vmPFC to favorite people in children diagnosed with autism spectrum disorder. *Biological Psychology, 145*, 174–184.

Klin, A. (1991). Young autistic children's listening preferences in regard to speech: A possible characterization of the symptom of social withdrawal. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 21*(1), 29–42.

Klin, A., Lin, D. J., Gorrindo, P., Ramsay, G., & Jones, W. (2009). Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature, 459*(7244), 257–261.

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of*

*General Psychiatry*, *59*(10), 809–816.

Knoll, L. J., Magis-Weinberg, L., Speekenbrink, M., & Blakemore, S. J. (2015). Social influence on risk perception during adolescence. *Psychological Science. 26*(5), 583–592.

Kohls, G., Antezana, L., Mosner, M. G., Schultz, R. T., & Yerys, B. E. (2018). Altered reward system reactivity for personalized circumscribed interests in autism. *Molecular Autism, 9*, 9.

Kohls, G., Chevallier, C., Troiani, V., & Schultz, R. T. (2012). Social 'wanting' dysfunction in autism: Neurobiological underpinnings and treatment implications. *Journal of Neurodevelopmental Disorders, 4*(10), 1–20.

Kohls, G., Peltzer, J., Schulte-Ruther, M., Kamp-Becker, I., Remschmidt, H., Herpertz-Dahlmann, B., . . . Konrad, K. (2011). Atypical brain responses to reward cues in autism as revealed by event-related potentials. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*(11), 1523–1533.

Kohls, G., Schulte-Ruther, M., Nehrkorn, B., Muller, K., Fink, G. R., Kamp-Becker, I., . . . Konrad, K. (2013). Reward system dysfunction in autism spectrum disorders. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 8*(5), 565–572.

Kohls, G., Thonessen, H., Bartley, G. K., Grossheinrich, N., Fink, G. R., Herpertz-Dahlmann, B., & Konrad, K. (2014). Differentiating neural reward responsiveness in autism versus ADHD. *Developmental Cognitive Neuroscience, 10*, 104–116.

Kuhl, P. K., Coffey-Corina, S., Padden, D., & Dawson, G. (2005). Links between social and linguistic processing of speech in preschool children with autism: Behavioral and electrophysiological measures. *Developmental Science, 8*(1), F1–F12.

Kühn, S., & Gallinat, J. (2012). The neural correlates of subjective pleasantness. *Neuroimage, 61*(1), 289–294.

Lawrence, K. E., Hernandez, L. M., Eilbott, J., Jack, A., Aylward, E., Gaab, N., . . . Consortium, G. (2020). Neural responsivity to social rewards in autistic female youth. *Translational Psychiatry, 10*(1), 178.

Livingston, L. A., Shah, P., & Happe, F. (2019). Compensation in autism is not consistent with social motivation theory. *Behavioral and Brain Sciences, 42*, 2.

Mahendiran, T., Brian, J., Dupuis, A., Muhe, N., Wong, P. Y., Iaboni, A., & Anagnostou, E. (2019). Meta-analysis of sex differences in social and communication function in children with autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Frontiers in Psychiatry, 10*, 14.

Mallise, C. A., Lane, A. E., Woolard, A. J., Whalen, O. M., Murphy, V. E., Karayanidis, F., & Campbell, L. E. (2020). The temperament features associated with autism spectrum disorder in childhood: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities, 104*, 103711.

Martina, F., Armstrong, V. L., Marie, S., & Smith, I. M. (2019). Initiation of joint attention and related visual attention processes in infants with autism spectrum disorder: Literature review. *Child Neuropsychology*, *25*(3), 287–317.

Modahl, C., Fein, D., Waterhouse, L., & Newton, N. (1992). Does oxytocin deficiency mediate social deficits in autism? *Journal of Autism and Developmental Disorders, 22*(3), 449–451.

Murphy, P., Brady, N., Fitzgerald, M., & Troje, N. F. (2009). No evidence for impaired perception of biological motion in adults with autistic spectrum disorders. *Neuropsychologia, 47*(14), 3225–3235.

Neuhaus, E., Beauchaine, T. P., & Bernier, R. (2010). Neurobiological correlates of social functioning in autism. *Clinical Psychology Review, 30*(6), 733–748.

Nieuwenhuis, S., Aston-Jones, G., & Cohen, J. (2005). Decision making, the P3, and the locus coeruleus-norepinephrine system. *Psychological Bulletin, 131*(4), 510–532.

Over, H. (2016). The origins of belonging: Social motivation in infants and young children. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences, 371*(1686), 8.

Pankert, A., Pankert, K., Herpertz-Dahlmann, B., Konrad, K., & Kohls, G. (2014). Responsivity to familiar versus unfamiliar social reward in children with autism. *Journal of Neural Transmission, 121*(9), 1199–1210.

Parish-Morris, J., Chevallier, C., Tonge, N., Letzen, J., Pandey, J., & Schultz, R. T. (2013). Visual attention to dynamic faces and objects is linked to face processing skills: A combined study of children with autism and controls. *Frontiers in Psychology, 4*, 185.

Paul, R., Chawarska, K., Fowler, C., Cicchetti, D., & Volkmar, F. (2007). "Listen my children and you shall hear": Auditory preferences in toddlers with autism spectrum disorders. *Journal of Speech Language and Hearing Research, 50*(5), 1350–1364.

Pellissier, L. P., Gandia, J., Laboute, T., Becker, J. A. J., & Le Merrer, J. (2018). Mu opioid receptor, social behaviour and autism spectrum disorder: Reward matters. *British Journal of Pharmacology, 175*(14), 2750–2769.

Richey, J. A., Rittenberg, A., Hughes, L., Damiano, C. R., Sabatino, A., Miller, S., . . . Dichter, G. S. (2014). Common and distinct neural features of social and non-social reward processing in autism and social anxiety disorder. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 9*(3), 367–377.

Ruta, L., Fama, F. I., Bernava, G. M., Leonardi, E., Tartarisco, G., Falzone, A., . . . Chakrabarti, B. (2017). Reduced preference for social rewards in a novel tablet based task in young children with autism spectrum disorders. *Scientific Reports, 7,* Article 3329.

Sasson, N. J., Dichter, G. S., & Bodfish, J. W. (2012). Affective responses by adults with autism are reduced to social images but elevated to images related to circumscribed interests. *PLOS ONE, 7*(8), Article e42457.

Sasson, N. J., & Touchstone, E. W. (2014). Visual attention to competing social and object images by preschool children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *44*(3), 584–592.

Scheeren, A. M., Banerjee, R., Koot, H. M., & Begeer, S. (2016). Self-presentation and the role of perspective taking and social motivation in autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 46*(2), 649–657.

Scheeren, A. M., Begeer, S., Banerjee, R., Terwogt, M. M., & Koot, H. M. (2010). Can you tell me something about yourself? Self-presentation in children and adolescents with high functioning autism spectrum disorder in hypothetical and real life situations. *Autism, 14*(5), 457–473.

Scott-Van Zeeland, A. A., Dapretto, M., Ghahremani, D. G., Poldrack, R. A., & Bookheimer, S. Y. (2010). Reward processing in autism. *Autism Research, 3*(2), 53–67.

Shafritz, K. M., Bregman, J. D., Ikuta, T., & Szeszko, P. R. (2015). Neural systems mediating decision-making and response inhibition for social and nonsocial stimuli in autism. *Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry, 60,* 112–120.

Shic, F., Bradshaw, J., Klin, A., Scassellati, B., & Chawarska, K. (2011). Limited activity monitoring in toddlers with autism spectrum disorder. *Brain Research, 1380*(12), 246–254.

Shillingsburg, M. A., Bowen, C. N., & Shapiro, S. K. (2014). Increasing social approach and decreasing social avoidance in children with autism spectrum disorder during discrete trial training. *Research in Autism Spectrum Disorders, 8*(11), 1443–1453.

Silva, C., Da Fonseca, D., Esteves, F., & Deruelle, C. (2015). Motivational approach and avoidance in autism spectrum disorder: a comparison between real photographs and cartoons. *Research in Autism Spectrum Disorders, 17*, 13–24.

Sorcinelli, A., Ference, J., Curtin, S., & Vouloumanos, A. (2019). Preference for speech in infancy differentially predicts language skills and autism-like behaviors. *Journal of Experimental Child Psychology, 178*, 295–316.

Sotoodeh, M. S., Taheri-Torbati, H., Hadjikhani, N., & Lassalle, A. (2021). Preserved action recognition in children with autism spectrum disorders: Evidence from an EEG and eye-tracking study. *Psychophysiology, 58*(3), 14.

Stavropoulos, K. K. M., & Carver, L. J. (2013). Research review: Social motivation and oxytocin in autism-implications for joint attention development and intervention. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54*(6), 603–618.

Stavropoulos, K. K. M., & Carver, L. J. (2014a). Effect of familiarity on reward anticipation in children with and without autism spectrum disorders. *PLOS ONE, 9*(9), Article e106667.

Stavropoulos, K. K. M., & Carver, L. J. (2014b). Reward anticipation and processing of social versus nonsocial stimuli in children with and without autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 55*(12), 1398–1408.

Todorova, G. K., Hatton, R. E. M., & Pollick, F. E. (2019). Biological motion perception in autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Molecular Autism, 10*(1), 49.

Traynor, J. M., Gough, A., Duku, E., Shore, D. I., & Hall, G. B. C. (2019). Eye tracking effort expenditure and autonomic arousal to social and circumscribed interest stimuli in autism spectrum disorder. *Journal of Autism Developmental Disorders, 49*(5), 1988–2002.

Uljarevic, M., & Hamilton, A. (2013). Recognition of emotions in autism: A formal meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*(7), 1517–1526.

Wang, L. H., Chien, H. L., Hu, S. F., Chen, T. Y., & Chen, H. S. (2015). Children with autism spectrum disorders are less proficient in action identification and lacking a preference for upright point-light biological motion displays. *Research in Autism Spectrum Disorders, 11*, 63–76.

Wang, Y., Wang, M. J., Rong, Y., He, H. Z., & Yang, C. J. (2019). Oxytocin therapy for core symptoms in autism spectrum disorder: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Research in Autism Spectrum Disorders, 64,* 63–75.

Williams, E. H., Cristino, F., & Cross, E. S. (2019). Human body motion captures visual attention and elicits pupillary dilation. *Cognition, 193,* 104029.

Williams, E. H., & Cross, E. S. (2018). Decreased reward value of biological motion among individuals with autistic traits. *Cognition, 171*, 1–9.

Wright, K., Kelley, E., & Poulin-Dubois, D. (2014). Schematic and realistic biological motion identification in children with high-functioning autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 8,* 1394–1404.

Wright, K., Kelley, E., & Poulin-Dubois, D. (2016). Biological motion and the animate-inanimate distinction in children with high-functioning Autism Spectrum Disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 25*, 1–11.

Yassin, W., Nakatani, H., Zhu, Y. H., Kojima, M., Owada, K., Kuwabara, H., . . . Koike, S. (2020). Machine-learning classification using neuroimaging data in schizophrenia, autism, ultra-high risk and first-episode psychosis. *Translational Psychiatry, 10*(1), 278.

Yerys, B. E., Ruiz, E., Strang, J., Sokoloff, J., & Vaidya, C. J. (2013). Modulation of attentional blink with emotional faces in typical development and in autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54*(6), 636–643.

稿件编号:jz20-507

Yu, L. D., & Wang, S. P. (2021). Aberrant auditory system and its developmental implications for autism. *Science China-Life Sciences, 64*(6), 861–878.

# Social deficits in autism spectrum disorder: A perspective from the social motivation theory

WANG Lei[1]; HE Huizhong[2]; BI Xiaobin[1]; ZHOU Li[1]; FAN Xiaozhuang[1]

([1]Department of Special Education, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

([2]School of Special Education, Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Social deficits are core symptoms of autism spectrum disorder (ASD). Previous studies, from a social cognition perspective, proposed that a deficit in theory of mind is the cause of social impairment. However, individuals with ASD already exhibited social motivation deficit traits prior to acquiring theory of mind. Furthermore, some individuals who were able to pass theory-of-mind tests continued to show decreased motivation when engaging in social interactions. Social motivation theory suggests that social motivation is an important internal force promoting human evolution and motivating and sustaining an individual's social activities. This theory also highlights that social impairments in ASD may be etiologically related to deficits in neural mechanisms of social motivation and provides a new interpretation of social deficits in terms of behavioral performance, neuroscience, and biology. It is important to further refine research on the neural mechanisms of social motivation, to clarify the scope of application of social motivation theory in individuals with ASD, and to investigate the value of social motivation theory in assessment diagnosis and clinical rehabilitation.

**Key words:** social motivation theory, autism spectrum disorder, social deficits, reward system